

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ІНЖЕНЕРНІ АСПЕКТИ ЛІТОЕКОЛОГІЇ

*(для студентів 4 курсу денної форми навчання
за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»)*

Харків – ХНУМГ – 2013

Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерні аспекти літоекології» (для студентів 4 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Д. В. Дядін. – Х.: ХНУМГ, 2013. – 14 с.

Укладач: Д. В. Дядін

Рецензент: д. т. н., проф. Ф. В. Стольберг

Рекомендовано кафедрою інженерної екології та екологічної безпеки міст, протокол № 1 від 31.08.2012 р.

Зміст

1. Інженерно-геологічна характеристика ґрунтів.....	4
1.1 Визначення типу незв'язних ґрунтів за гранулометричним складом	4
1.2 Визначення показників консистенції пилувато-глинистих ґрунтів	5
1.3 Склад і структурні особливості штучних кам'яних матеріалів	7
2. Використання ґрунтів у будівництві.....	8
3. Приклад оцінки суфозійності ґрунту	10
Список рекомендованих джерел	13

1. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТІВ

1.1 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ НЕЗВ'ЯЗНИХ ҐРУНТІВ ЗА ГРАНУЛОМЕТРИЧНИМ СКЛАДОМ

Визначення гранулометричного складу ґрунтів є необхідним для оцінки водопроникності і фільтраційних параметрів ґрунтів, умов розвитку в ґрунті небезпечних явищ, наприклад суфозії, придатності для використання в будівництві та інших інженерно-геологічних завдань. На етапі проектування важливим етапом виступає визначення типу ґрунту за гранулометричним складом за встановленими класифікаціями, від якого залежить склад подальших розрахунків та вибір показників. Для певних типів ґрунтів, у разі відсутності результатів польових або лабораторних досліджень, можна використовувати середньостатистичні значення деяких параметрів, наприклад показників пластичності.

Незв'язні ґрунти природного або штучного походження складаються з окремих частинок (уламків), розміри яких коливаються у дуже широкому діапазоні – від сантиметрів до сотих часток міліметра. Великоуламкові фракції, окрім розміру частинок, розрізняють також за їхньою формою – обкочені (округлі) і не обкочені (кутасті). У таблиці 1.1, наведеній нижче, представлено класифікацію великоуламкових і піщаних порід на основі розміру та вмісту частинок, що їх складають.

Таблиця 1.1 – Інженерно-геологічна класифікація великоуламкових і піщаних ґрунтів

Найменування ґрунту	Розмір частинок, мм	Вміст, %
Великоуламкові ґрунти:		
Валуни (брили)	Крупніше 200	> 50
Галька (щебінь)	Крупніше 10	> 50
Гравій (жорства)	Крупніше 2	> 50
Піщані ґрунти:		
Гравелистий	Крупніше 2	> 25
Крупно піщаний	Крупніше 0,5	> 50
Середньої крупності	Крупніше 0,25	> 50
Дрібно піщаний	Крупніше 0,1	≥ 75
Пилуватий	Крупніше 0,1	< 75

У графі найменування ґрунту в таблиці 1.1 у дужках наведені назви кутастих форм порід (брили, щебінь, жорства).

Визначення типу ґрунту здійснюють за результатами розсіву проби на фракції і розрахунків відсоткового масового вмісту кожної з них. Вибір типу ґрунту здійснюють шляхом послідовної перевірки відповідності гранулометричного складу проби вимогам, встановленим для кожного типу. Визначення при цьому варто починати з типів найкрупніших ґрунтів, послідовно відкидаючи невідповідні категорії.

Приклад визначення типу ґрунту

За результатами розсіву проби незв'язного ґрунту визначено такий склад фракцій у ньому:

Склад ґрунту	Розміри частинок у ґрунті, мм									
	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-0,5	0,5-1,0	1-2	2-5	5-10	10-20	20-40	40-60
Вміст, %	2,3	3,2	16,5	5,9	9,6	8,9	15,4	14,1	13,9	10,2

Виходячи з отриманих величин, очевидно, що даний ґрунт містить достатньо крупні фракції у своєму складі, але не крупніші за 200 мм. Частинок крупніші за 10 мм у ґрунті присутні, тому визначимо їхній вміст. Вони представлені у даному ґрунті трьома фракціями – 10-20 мм, 20-40 мм і 40-60 мм. Сумарний вміст цих трьох фракцій становить: $14,1 + 13,9 + 10,2 = 38,2\%$, що недостатньо для віднесення до типу галькового або щебенистого ґрунту, оскільки це менше 50%. Наступною межею у класифікації є розмір 2 мм, тому визначимо вміст частинок, що крупніші за 2 мм: вони представлені п'ятьма фракціями – 2-5, 5-10, 10-20, 20-40 і 40-60 мм. Сумарний їх вміст становить $8,9 + 15,4 + 14,1 + 13,9 + 10,2 = 62,5\%$, що відповідає типу гравій або жорства, оскільки перевищує 50%. Отже, даний ґрунт належить до типу гравійного або жорсткового, оскільки вміст у ньому частинок розміром крупніше 2 мм становить більше 50%.

1.2 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ КОНСИСТЕНЦІЇ ПИЛУВАТО-ГЛИНИСТИХ ҐРУНТІВ

Консистенція, або стан глинистого ґрунту, що відображає ступінь його рухливості його частинок залежно від вологості, є надзвичайно важливою характеристикою стійкості ґрунту. Для оцінки наявної консистенції або її прогнозу визначають показники пластичності ґрунту, які включають число пластичності, вологість на межі пластичності, вологість на межі текучості.

Числом пластичності I_p називають інтервал вологості, у межах якого порода перебуває у вологому стані. Ця величина встановлюється як різниця між значеннями вологості на межі текучості W_L і вологості на межі пластичності (розкочування) W_p для даної породи:

$$I_p = W_L - W_p.$$

Число пластичності може бути виражене у відсотках або в частках одиниці. Його розрахунок проводять на підставі даних визначення лабораторними методами вологості на межі текучості та вологості на межі пластичності. У таблиці 1.2 наведені значення показників пластичності й текучості різних типів глинистих порід.

Таблиця 1.2 – Показники пластичності й текучості глинистих порід

Порода (ґрунт)	Вміст глинистих частинок, %	Показник пластичності I_p , %	Межа текучості, W_L , %
Супісок	3 – 10	$1 < I_p \leq 7$	16-26
Легкий суглинок	10 – 15	$7 < I_p \leq 12$	
Суглинок середній	15 – 20	$7 < I_p \leq 15$	26-42
Суглинок важкий	20 – 30	$15 < I_p \leq 17$	
Глина	>30	$I_p > 17$	42

Крім того, консистенція глинистого ґрунту може бути охарактеризована показником консистенції I_L , який визначають за формулою:

$$I_L = \frac{W_0 - W_p}{W_L - W_p},$$

де W_0 – природна вологість ґрунту;

W_L і W_p – вологість на границі текучості і пластичності відповідно.

За розрахованим показником визначають консистенцію глинистого ґрунту того чи іншого типу (табл. 1.3), що дозволяє прогнозувати поведінку глинистих порід при зміні вологості.

Міцність глинистих порід знижується з підвищенням вологості, тому для її оцінки необхідно визначити консистенцію породи в природних умовах. У глинах ущільнених з непорушеною структурою зміни консистенції при зміні вологості можуть не відбуватися завдяки наявності структурних зв'язків зчеплення. Після порушення структурних зв'язків така глиниста порода може перейти у м'який стан без додаткових ущільнень. Таким чином, характеристиками консистенції глинистих порід необхідно користуватися з урахуванням комплексу геологічних даних (умови залягання, мінералогічний склад порід тощо).

Таблиця 1.3 – Значення показника текучості для глинистих порід різної консистенції

Тип ґрунту (породи)	Консистенція	Величина показника текучості
Супісок	тверда	$I_L < 0$
	пластична	$0 \leq I_L \leq 1$
	текуча	$I_L > 1$
Суглинок і глина	тверда	$I_L < 0$
	напівтверда	$0 \leq I_L \leq 0,25$
	тугопластична	$0,25 \leq I_L \leq 0,50$
	м'якопластична	$0,50 \leq I_L \leq 0,75$
	текучопластична	$0,75 \leq I_L \leq 1$
	текуча	$I_L > 1$

Приклад розрахунку 1

Визначити мінімальну вологість W_0 , при якій глинистий ґрунт перейде у пластичний стан. Порода є легким суглинком із числом пластичності $I_p = 12$.

З формули розрахунку показника консистенції I_L одержуємо, що

$$W_0 = I_L \cdot (W_L - W_p) + W_p = I_L \cdot I_p + W_p$$

Із даних таблиці 1.2 випливає, що для супісків і легких суглинків вологість на межі текучості перебуває в інтервалі 16-26 %, а показник консистенції при переході в туго-пластичний стан I_L перевищує значення 0,25. Приймаючи за вологість на межі текучості усереднене з поданих у таблиці значень $W_L = 24$, встановлюємо вологість на межі розкочування як $W_p = W_L - I_p$, тобто рівною $24 - 12 = 12\%$. Підставивши до зазначеної формули значення характеристик, одержуємо значення $W_0 = 27\%$.

Приклад розрахунку 2

Важкий суглинок має природну вологість 28 %. Визначити його консистенцію.

Виходячи з табличних даних (табл. 1.2), приймаємо значення числа пластичності, що відповідає характеристиці важкого суглинку, рівним 16, а усереднене значення верхньої межі пластичності $W_L = 38\%$. Тоді нижня межа пластичності W_p дорівнюватиме $38 - 28 = 10\%$.

Виходячи з цих показників пластичності, за формулою визначаємо показник консистенції породи:

$$I_L = \frac{W_0 - W_p}{W_L - W_p} = \frac{28 - 10}{38 - 10} = 0,64$$

Згідно даних таблиці 1.3, ця величина показника консистенції відповідає м'яко-пластичній консистенції важкого суглинку.

Приклад розрахунку 3

Визначити мінімальну вологість, при якій глинистий ґрунт набуде текуче-пластичного стану. Порода представлена легким суглинком із числом пластичності 6% і вологістю на межі текучості 20%.

Легкий суглинок починає перебувати у текуче-пластичному стані з величини показника консистенції $I_L = 0,75$ (табл. 1.3). Для визначення вологості, яка має бути при цій консистенції, використаємо формулу показника консистенції, з якої виразимо W_0 :

$$W_0 = I_L \cdot I_p + W_p = I_L \cdot I_p + (W_L - I_p) = 0,75 \cdot 6 + (20 - 6) = 18,5\%$$

Отже, мінімальна вологість, при якій глинистий ґрунт набуде текуче-пластичного стану становить 18,5%.

1.3 СКЛАД І СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ ШТУЧНИХ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ґрунти можуть бути представлені як природними гірськими породами, так і технічними каменями (штучні ґрунти). Поняття технічний камінь є збірною назвою мінеральної продукції, що одержується з природної мінеральної сировини промисловим способом і у великих обсягах.

Технічні камені, як і гірські породи, можуть бути моно- або полімінеральними і характеризуються певною структурою і властивостями. Якщо для гірських порід факторами, що визначають їхній склад і властивості, є геологічні умови, то для технічних порід цю роль відіграють технології. Змінюючи фізико-хімічні параметри (температура, тиск, концентрація), у процесі мінералотворення можна одержувати сполуки із заданими властивостями. У лабораторних або промислових умовах можуть бути відтворені аналоги природних мінералів (алмаз, кварц, корунд, малахіт тощо) або створені сполуки, не виявлені в природних умовах (деякі карбіди, силіциди, нітриди). Прикладом великого сімейства штучних порід є вогнетривкі матеріали, які після служби у відповідних високотемпературних агрегатах здобувають схожість із породами, що утворилися в умовах контактного метаморфізму. Аналогом природних брекчій є бетон, різновиди якого широко використовуються в будівництві.

У рамках практичної роботи необхідно скласти опис представлених зразків гірських порід і технічних каменів за схемою, запропонованою викладачем. Особливу увагу слід приділяти мінеральним новоутворенням, використовуючи для їхнього орієнтованого визначення найпростіші якісні реакції. Орієнтовний порядок опису і перелік показників: колір, блиск, структура і розмір зерен, що складають камінь, текстура, щільність, вторинні зміни (продукти вивітрювання, ознаки контактної метаморфізму). Описані властивості необхідно занести у таблицю та скласти висновки щодо виявлення і порівняння особливостей природних і штучних ґрунтів.

2. ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТІВ У БУДІВНИЦТВІ

Суфозія або механічне винесення дрібних частинок із породи водою є несприятливим, а інколи й небезпечним процесом, ризик виникнення і ступінь прояву якого необхідно оцінити ще на стадії проектування споруд і будівель.

Орієнтовну оцінку суфозійності ґрунту виконують, виходячи зі значення коефіцієнта неоднорідності η і допустимого градієнта напору $I_{\text{доп.}}$. Коефіцієнт неоднорідності ґрунту η визначають як співвідношення:

$$\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (1)$$

де d_{60} и d_{10} – діаметри частинок, менше яких у ґрунті міститься відповідно 60 и 10 % частинок за масою.

Для ґрунтів з $\eta < 10$ $I_{\text{доп.}} = 0,3 \dots 0,4$; при $10 < \eta < 20$ $I_{\text{доп.}} = 0,2$; при $\eta > 20$ $I_{\text{доп.}} = 0,1$.

При значеннях градієнта напору менше допустимого для ґрунтів визначеного зернового складу суфозійні явища не спостерігаються.

У ґрунтах з $\eta < 10$ при градієнтах напору більше 0,3...0,4 відбувається не власне суфозія, а випор.

Більш точним методом оцінки суфозійності ґрунту є розрахунковий, заснований на визначенні за експериментальними залежностями діаметра максимального порового каналу, діаметра і процентного вмісту суфозійних частинок, критичних швидкостей і критичних градієнтів напору фільтраційного потоку.

Розрахунковий метод визначення суфозійності ґрунту складається з декількох етапів.

1) Побудування інтегральної кривої

У напівлוגарифмічному масштабі будують графік інтегральної кривої гранулометричного складу ґрунту, на горизонтальній осі якого відкладають діаметр частинок, а на вертикальній – сумарний вміст частинок фракцій. Для цього послідовно підсумовують вміст фракцій, починаючи із найбільш дрібних часток, і по цих числах будують криву. Кожне з отриманих чисел вказує, таким чином, сумарний вміст фракцій менше визначеного діаметра.

Побудову графіка можна здійснювати як звичайним способом на самостійно розкресленій напівлוגарифмічній основі, так і засобами відповідних комп'ютерних програм (MS Excel, Grapher та ін.).

2) Розрахунки параметрів суфозійності ґрунту

Максимальний діаметр порового каналу розраховують за формулою:

$$d_{\max}^o = 0,455 \chi \cdot \sqrt[6]{\eta} \cdot \frac{n}{1-n} \cdot d_{17} \quad [\text{см}] \quad (2)$$

де χ – коефіцієнт локальності суфозії, який залежить від коефіцієнта неоднорідності ґрунту і визначається за залежністю $\chi = 1 + 0,05\eta$;

η – коефіцієнт неоднорідності (різнорізності) ґрунту, який дорівнює відношенню d_{60}/d_{10} ;

n – ефективна пористість ґрунту, частка од.;

d_{17} – діаметр частинок, менше якого в ґрунті міститься 17 % частинок за масою, см.

Максимальний діаметр суфозійних частинок d_{\max}^c розраховують за формулою:

$$d_{\max}^c = 0,77 d_{\max}^o \quad [\text{см}] \quad (3)$$

Відсотковий вміст суфозійних частинок знаходять за кривою гранулометричного складу ґрунту в залежності від їх максимального діаметру.

Розрахунок критичної швидкості суфозії проводять за формулою:

$$V_{\text{кр.}}^c = \varphi_o d_{\max}^c \sqrt{\frac{n \cdot g}{v}} K \quad [\text{см/с}] \quad (4)$$

де d_{\max}^c – максимальний діаметр суфозійних частинок, см;

n – ефективна пористість ґрунту, частки од.;

g – прискорення сили тяжіння, см/с²;

v – кінематичний коефіцієнт в'язкості, см²/с;

K – коефіцієнт фільтрації, см/с;

φ_o – коефіцієнт критичної швидкості:

$$\varphi_o = 0,6 \left(\frac{\rho_{\text{с.г.}}}{\rho_{\text{в}}} - 1 \right) f^* \cdot \sin \left(30^\circ + \frac{\Theta}{8} \right) \quad (5)$$

де $\rho_{\text{с.г.}}$ – щільність сухого ґрунту, г/см³;

$\rho_{\text{в}}$ – щільність води, г/см³;

Θ – кут між напрямками швидкості фільтрації і сили тяжіння;

f^* – приведений коефіцієнт тертя, який визначається за залежністю:

$$f^* = 0,82 - 1,8n + 0,0062 (\eta - 5) \quad (6)$$

Коефіцієнт фільтрації ґрунту можна визначити за залежністю М. П. Павчика:

$$K = \frac{3,99\varphi_1}{v} \cdot \sqrt[3]{\eta} \frac{n^3}{(1-n)^2} \cdot d_{17}^2 \quad [\text{см/сек}] \quad (7)$$

де φ_1 – коефіцієнт, який враховує форму і шорсткість частинок; для піщано-гравелистих ґрунтів $\varphi_1 = 1,0$; для щебенистих ґрунтів $\varphi_1 = 0,35 \dots 0,40$; v – коефіцієнт кінематичної в'язкості (см²/с); n – ефективна пористість ґрунту; η – коефіцієнт неоднорідності ґрунту; d_{17} – діаметр частинок, менше якого у ґрунті міститься 17 % за масою, см.

Якщо при розрахунку виявиться, що фактична швидкість фільтрації менша критичної, то відповідно формулі (4) визначають максимальний діаметр суфозійних частинок (см), для яких фактична швидкість фільтрації буде критичною:

$$d_{\max}^c = \frac{V_{\phi}}{\varphi_o \sqrt{\frac{n \cdot g}{v} K}} \quad [\text{см}] \quad (8)$$

Відсотковий вміст таких частинок визначають за кривою гранулометричного складу ґрунту.

3. ПРИКЛАД ОЦІНКИ СУФОЗІЙНОСТІ ҐРУНТУ

Завдання

Дати оцінку суфозійності ґрунту при таких вихідних даних:

Гранулометричний склад ґрунту									
Розмір частинок, мм	0,05-0,01	0,1-0,05	0,5-0,1	1-0,5	2-1	5-2	10-5	20-10	40-20
Вміст частинок, % за масою	8,2	2,7	22	18,7	19,3	14,7	7,4	5,4	1,6
Характеристики ґрунту									
Пористість				0,32					
Щільність сухого ґрунту				1,80 г/см ³					
Гradient напору ґрунтового потоку				0,45					
Кут між напрямками сили тяжіння і швидкості фільтрації				75°					

Порядок розрахунку

1. Для побудування інтегральної кривої гранулометричного складу ґрунту необхідно опрацювати вихідні дані – підсумувати вміст фракцій з розміром менше кожного з наведених діаметрів. Так, вміст частинок діаметром менше 0,05 мм становить 8,2%, вміст частинок діаметром менше 0,1 мм становить 8,2 + 2,7 = 10,9%, вміст частинок діаметром менше 0,5 мм становить 8,2 + 2,7 + 22 = 32,9 % і так далі.

Результати розрахунків можна представити у таблиці:

Розмір частинок, мм	0,05	0,1	0,5	1	2	5	10	20	40
Вміст частинок, % за масою	8,2	10,9	32,9	51,6	70,9	85,6	93	98,4	100

2. За отриманими даними у напівлогарифмічному масштабі будуємо графік інтегральної кривої гранулометричного складу ґрунту (рис. 1).

3. За кривою гранулометричного складу ґрунту (рис. 1) визначають значення діаметрів частинок, які необхідні для подальших розрахунків:

$$d_{10} = 0,08 \text{ мм}, d_{17} = 0,16 \text{ мм}, d_{60} = 1,4 \text{ мм}.$$

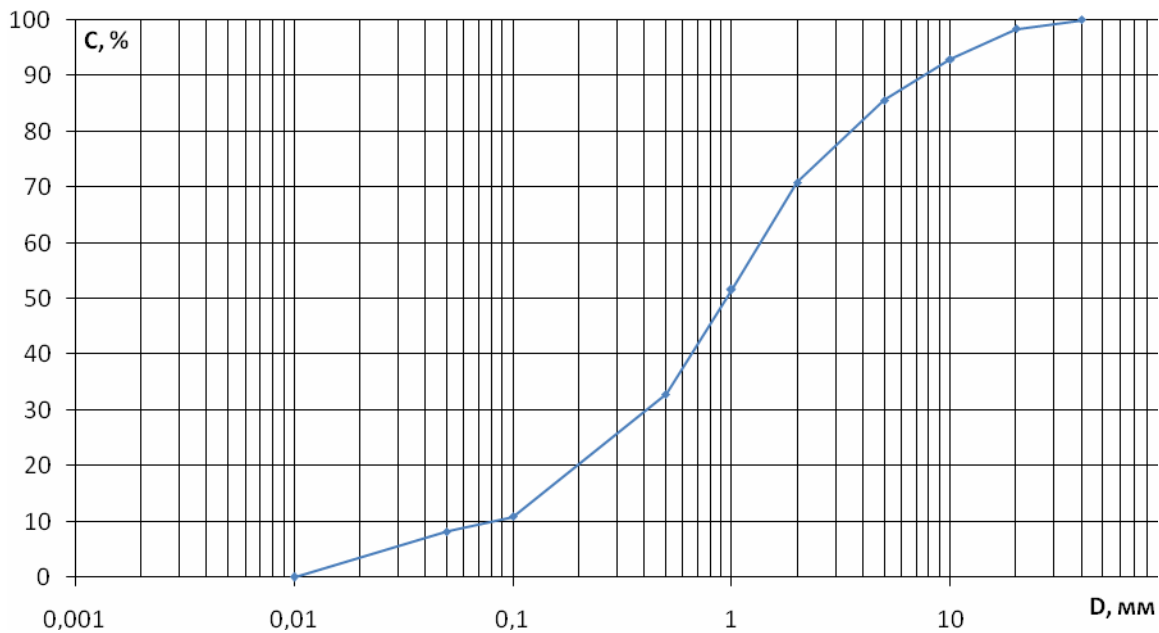


Рис. 1 Інтегральна крива гранулометричного складу

4. Розраховують коефіцієнт неоднорідності ґрунту:

$$\eta_{60} = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{1,4}{0,08} = 17,5$$

5. Підставивши у залежність (7) числові значення відповідних параметрів, визначають коефіцієнт фільтрації, значення ν відповідає температурі 20°C:

$$K = \frac{3,99 \cdot 1}{0,01} \cdot \sqrt[3]{17,5} \cdot \frac{0,32^3}{(1 - 0,32)^2} \cdot 0,016^2 = 0,0188 \text{ см/с}$$

6. Максимальний діаметр порового каналу розраховують за формулою (2):

$$d_{\max}^0 = 0,455 \cdot 1,875 \cdot \sqrt[6]{17,5} \cdot \frac{0,32}{0,32 - 1} \cdot 0,016 = 0,01035 \text{ см}$$

при цьому $\chi = 1 + 0,05 \cdot 17,5 = 1,875$

7. Максимальний розмір суфозійних частинок визначають за залежністю (3):

$$d_{\max}^c = 0,77 \cdot 0,01035 \text{ см} = 0,00797 \text{ см}$$

8. Відсотковий вміст суфозійних частинок знаходять за інтегральною кривою зернового складу. При $d_{\max}^c \approx 0,008 \text{ см} = 0,08 \text{ мм}$ воно складає 10 %. Це дає підставу оцінити даний ґрунт як суфозійний.

9. За залежністю (4) розраховують критичну швидкість для максимального діаметру суфозійних частинок:

$$V_{\text{кр.}}^c = 0,098 \cdot 0,00797 \sqrt{\frac{0,32 \cdot 981}{0,01} \cdot 0,0188} = 0,019 \text{ см/сек}$$

Із залежностей (5), (6):

$$f^* = 0,82 - 1,8 \cdot 0,32 + 0,0062 (17,5 - 5) = 0,32$$

$$\varphi_o = 0,6 \left(\frac{1,8}{1} - 1 \right) 0,32 \cdot \sin \left(30^\circ + \frac{75^\circ}{8} \right) = 0,098$$

10. Фактичну швидкість руху фільтраційного потоку знаходять згідно залежності закону лінійної фільтрації:

$$V_\phi = K \cdot I = 0,019 \cdot 0,45 = 0,00855 \text{ см/с}$$

11. Порівнюють отримані значення фактичної і критичної швидкості фільтраційного потоку. Оскільки $V_\phi < V_{кр}$, за залежністю (8) розраховують максимальний діаметр суфозійних частинок, для яких фактична швидкість буде критичною:

$$d_{max}^c = \frac{0,00855}{0,098 \sqrt{\frac{0,32 \cdot 981}{0,01} \cdot 0,019}} = 0,00356 \text{ см}$$

12. За інтегральною кривою визначають відсотковий вміст суфозійних частинок при фактичній швидкості фільтраційного потоку, яке дорівнює 7,0 %.

Таким чином, даний ґрунт за існуючою класифікацією відноситься до суфозійного і під час руху в ньому фільтраційного потоку при заданому градієнті напору відбуватимуться суфозійні явища.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95). Ґрунти. Класифікація
2. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти: Підручн. / М.Л. Зоценко та ін. – Полтава: ПНТУ, 2003. – 446 с.
3. Инженерная геология: Учеб. для строит. спец. вузов / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. – М.: Высш. школа, 2005. – 575 с.
4. Інженерно-геологічні властивості гірських порід та штучних ґрунтів/ Навчально-методичний посібник з дисципліни “Прикладна літоекологія і радіоекологія” (для студентів 3 курсу денної і 4 курсу заочної форми навчання спеціальності 6.070800 “Екологія та охорона навколишнього середовища”) Укл. Свіренко Л.П., Бригінець К.Д., Дядін Д.В. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 58 с.
5. Швецов Г. И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты: Учебн. – М.: Высш. школа, 1987.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ІНЖЕНЕРНІ АСПЕКТИ ЛІТОЕКОЛОГІЇ»
(для студентів 4 курсу денної форми навчання
за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»)

Укладач **ДЯДІН Дмитро Володимирович**

Відповідальний за випуск *В. М. Ладигенський*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2012, поз. 94М

Підп. до друку 31.05.2013

Друк на різнографі

Зам. №

Формат 60×84/16

Ум. друк. арк. 0,9

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.